发展空间科学卫星系列就是新时期的“两弹一星”任务*



吴 季

中国科学院国家空间科学中心 北京 100190

摘要 很长一段时期以来，我国科技界反复讨论的一个问题就是如何提出像20世纪60年代“两弹一星”任务一样的重大科技项目，并希望借此再次推动国家科技的快速发展。然而，尽管这十余年来提出了很多重大科技任务，但总觉得无法与当时改变了中国政治、国防和科技地位的“两弹一星”任务相比。“两弹一星”任务创造的辉煌仍然闪耀在我们心中，任何形式的重大项目都无法替代其光芒。文章从国家重大需求在20世纪60年代和在新时期的变化为切入点，分析在建设世界科技强国的征程中，我们国家最迫切的科技需求是什么，进而指出发展空间科学卫星系列能够在其中起到的不可替代的作用，从而得出发展空间科学卫星系列就是新时期的“两弹一星”任务的结论。

关键词 空间科学，空间科学卫星系列，国家重大科技专项，可持续发展，重大科学突破

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.2017.08.009

2017年是中国人民解放军建军90周年，2019年将是中华人民共和国建国70周年，2021年将是中国共产党建党100周年。届时，我们的国家将消除贫困，全面建成小康社会，我们距离实现中华民族伟大复兴的目标将更加接近。2016年5月，中共中央、国务院印发了《国家创新驱动发展战略纲要》，提出到2020年进入创新型国家行列、2030年跻身创新型国家前列、到2050年建成世界科技创新强国“三步走”目标[1]。2016年5月30日，习近平总书记在全国科技创新大会、两院院士大会、中国科协第九次全国代表大会上郑重宣布了这个“三步走”的目标，为我们今后的工作指明了方向，吹响了进军的号角[2]。

实现科技创新能力的快速提升，进入创新型国家的行列，是我们当前的主要工作任务。然而，思考2030年，乃至2050年的国家目标，如何成为世界科技强国则更加重要。因为任何重大的目标，都需要长期的、持续不懈的努力奋斗才有可能实现。距离2050年我们仅剩下有限的33年时间，如果不提前思考、尽早布局，也许我们就会错失机遇，为实现最

*修改稿收到日期：2017年8月14日

终的目标徒增困难，降低目标实现的质量甚至延缓目标的实现。

相比 50—60 年前，我国在国际上的地位已经产生了很大的变化。经济、政治、外交和国际事务，中国都有了更大的发言权。然而，可持续的发展对科技提出的要求将比以往更加突出，这也是为什么“三步走”的目标凝聚在了科技创新上。这一转变，将引导我们对国家重大需求变化的分析。这将在下面一节中重点论述。为了实现这一重大国家需求的转变，我们需要分析满足这些新的需求的手段和实现新的目标的战略路径。为此，空间科学卫星系列所能够扮演的角色将是本文的核心内容。其结论也是清晰的，即发展空间科学卫星系列就是堪比 20 世纪 60 年代我国“两弹一星”任务的、新时期条件下的国家重大科技任务。为实现这一个重大任务，本文最后还提出了需要实施的政策建议。

1 新时期国家重大需求的战略转变

建国初期，新生的共和国面临诸多挑战，国家的总体安全受到经济发展、国际上政治封锁、外部侵略等的严重威胁，特别是超级大国的核武器成为重大的安全威胁。这个时期的最大的国家安全需求是显而易见的，就是国防建设方面的需求，而要打破这些威胁的最为重要的抓手就是独立自主地研制我们国家的原子弹、导弹和人造卫星，后称为“两弹一星”。邓小平[3]在 20 世纪 80 年代说过：“如果 60 年代以来中国没有原子弹、氢弹，没有发射卫星，中国就不能叫有重要影响的大国，就没有现在这样的国际地位，这些东西反映一个民族的能力，也是一个民族、一个国家兴旺发达的标志。”

当前，我们面临新的国家发展目标，新的国家发展战略，就是通过科技创新实现中华民族的伟大复兴。这个新的发展战略的制定，是根据国家需求的重大转变而制定的。目前中国面临的新的国家安全威胁主要是来自就业及社会稳定、环境承载能力、周边态势安全、极端民族及极端宗教和恐怖主义等方面的威胁[4]。其中就业及社会稳定的依托是实现经济可持续的发展，破解这一难题的途径就是通过不断的改革和科技创新。可见，经过 60 年的发展，我们面临的国家需求与 60 年前的国家需求已经大不相同了。因此，我们思考新的、与“两弹一星”作用相当的重大科技任务时，必须要针对新时期的国家需求，而不是仍然针对 60 年前的需求。实际上，我们恰恰不应该忘记上面那句邓小平同志的名言是在视察中科院高能物理所、祝贺正负电子对撞机首次对撞成功时讲的。在讲完上面那句话之后，他又强调：现在世界的发展，特别是高科技领域的发展一日千里，中国不能甘于落后，必须一开始就参与这个领域的发展。因为你不参与，不加入发展的行列，差距就会越来越大。不要失掉时机，要不然我们很难赶上世界的发展。可见当时他实际上已经将重大科技基础设施建设项目，与“两弹一星”做了类比，明确指出在新的历史条件下，需要通过科技创新来实现类似“两弹一星”对国家发展起到的重要作用。

我们可以做进一步的分析。科技创新仅仅是指科技方面的任务吗？答案是否定的。实际上科技创新的核心内容不是“科技”，而是“创新”。创新不是跟踪式的研究，而是人类的第一次，是引领式的研究。因此，任何跟踪类型的，别人已经做过的，我们再做一次的科技任务，都不能成为新时期的“两弹一星”任务，因为它们已经不能满足国家新的需求了。在新时期，如果中国只能跟踪，不能创新，就不能获得我们这样一个大国应有的国际地位和话语权。在新时期，跟踪、模仿都不足以反映我们这个民族的能力，也不能成为我们国家兴旺发达的标志。这一点和 60 年前共和国建立初期已经大不相同了。

那么，什么才是新时期民族能力和国家兴旺发达的标志呢？答案就是：在基础科学前沿领域实现重大突破，代表人类获得重大原始性的创新成果。回顾人类文明的发展史，特别是现代科技发展的历史，哥白尼、伽利略、牛顿、麦克斯韦、达尔文、爱因斯坦这些科学巨

匠的名字均出自西方。中国是世界上历史最悠久的国家之一。中华文明是世界上唯一没有中断并延续至今的古代文明。当前，中国已是世界上人口最多的国家和世界上第二大经济体。未来10—20 年，如果不发生重大变故、中国的经济能做到持续发展的话，我们将超过美国成为世界上第一大经济体。考虑到我们社会制度的优越性，无论从实力还是从能力上来讲，中国将会是世界上最大的“超级大国”。但是，这样一个国家，如果仍然停留在用别人创造的知识来武装自己，也即只重视和经济效益直接相关的应用研究，不重视基础研究；如果仍然用别人的昨天来装扮我们的明天[5]，也即只实施跟踪式的发展和建设，不创造新的市场模式与应用领域，我们就会像一个没有知识的富人，得不到别人的尊重。习近平总书记强调，基础研究是整个科学体系的源头，是所有技术问题的总机关，是武器装备发展的原动力[5]。唯有我们能开辟出引领世界科技潮流的新领域，创建出具有深远影响和广泛应用的原始创新理论，在自己的土地上产生出一批可以代表人类科技发展的中国的科学巨匠（比如在自然科学领域的多个诺贝尔奖获得者），我们才能获得国际社会的广泛认同和尊重。应该说这个需求，就是新时期国家重大需求中最核心的部分，也是建设世界科技强国最核心的内容。失去了这个内容，建设世界科技强国就是一句空话，中国的总体国家安全问题就无法从根本上解决。

2 实现基础前沿科学的重大突破的途径

数百年近现代科技发展的历史告诉我们，早期的基础前沿科学突破，主要是靠科学家个人的贡献，从哥白尼到爱因斯坦，基本上都是自发的和自我选题式的研究，个人的智慧起了决定性的作用。但是自20 世纪中期第二次世界大战以来，有组织的、定向的基础研究和代表国家意志的重大科技突破逐渐成为基础前沿科学突破的主要手段，特别是信息技术、航天技术、生命科学技术，以及在高度发达的信息技术上生长起来的人工智能技术的重大突破，都无法摆脱大型计算机、高端和自主研制的大型科技仪器设施等国家层面的大量科技投入的支持。这也就是为什么各国政府都纷纷建立目标明确的国家实验室，抢先投入大型地面科技基础设施，积极持续支持科学卫星计划的原因。这样的政府行为，经过几十年的演变，逐渐形成了两类机构，一类是依托地面上大科学装置的国家实验室；另一类是依托航天技术、以科学和探索为目标的、实施空间科学计划的国家空间机构，如美国的国家航空航天局（NASA）和欧洲 20 多个国家联合组织起来的欧洲空间局（ESA）。

进入新世纪以来，从2000年到2014年，据不完全统计，NASA发射了84颗空间科学卫星，ESA发射了34颗空间科学卫星，取得了数百项基础前沿的重大突破，其中有近10人有幸获得诺贝尔奖（表1）。

表1　2000年以来基于空间科学卫星获诺贝尔奖统计表

年份	奖项	获奖者		备注
		姓名	国别	
2002	物理学奖	小雷蒙德·戴维斯（Raymond Davis Jr.）	美国	基于Aerobee 火箭，Uhuru，HEAO-2，CXO等空间科学计划，在天体物理学领域做出先驱性贡献，尤其是对探测宇宙中微子的贡献
		小柴昌俊（Masatoshi Koshiba）	日本	
2006	物理学奖	约翰·马瑟（John C. Mather）	美国	基于COBE科学卫星计划，发现宇宙微波背景辐射的黑体形式和各向异性，进一步证实了宇宙大爆炸理论，揭示了宇宙早期物质和能量的分布情况
		乔治·F·斯穆特（George F. Smoot）	美国	
2011	物理学奖	索尔·珀尔马特（Saul Perlmutter）	美国	基于HST，COBE，WMAP科学卫星计划，通过观测遥距超新星，发现宇宙加速膨胀
		布莱恩·P·施密特（Brian P. Schmidt）	美国、澳大利亚	
		亚当·里斯（Adam G. Riess）	美国	
		阿瑟·麦克唐纳（Arthur B. McDonald）	加拿大	

数据来源：http://www.nobelprize.org/

3 发展空间科学卫星系列就是新时期的“两弹一星”任务

空间科学是以空间飞行器为主要平台，研究发生在地球、日地空间、行星际空间乃至整个宇宙空间的物理、天文、化学以及生命等自然现象及其规律的科学。

空间科学的研究领域既覆盖宏观的宇宙，也涉及生命起源以及暗物质粒子，因此也是微观物理世界的前沿。其中产生的任何重要突破，都将是基础科学前沿的重大成果。空间科学不但是实现原始科学创新的重要领域，也是国家和政府在有组织、定向的重大基础研究方面的主要抓手之一。

一方面，空间科学计划与地面大科学装置每个装置个性独立互不重复的特点不同，实施空间科学计划具有一定的共性，比如每一项空间科学计划都是一项航天工程任务，需要运载火箭、发射场、卫星、地面测控和运行等方面的支持，这些支持设施都是相对通用的，具有很大的共性。此外，由于空间科学计划投入大，风险高，计划、进度和质量的管理也具有共性。

另一方面，空间科学计划又不同于常规的应用卫星任务，每一个科学任务的研究目标（称为“科学目标”）均不相同，而且这些科学目标会使用最先进的探测仪器，在空间分辨率、时间分辨率、能谱或光谱分辨率与谱段、探测灵敏度、偏振、干涉、时间空间基准、指向精度及稳定度、采样和传输数据率等各个方面，对卫星平台支持系统提出要求，并且这些要求会经常变化和不断提升，科学任务在空间的运行轨道也会发生变化，有时会要求运行在非常独特的空间轨道上。所有这些，都对航天技术提出了新的挑战，这些技术挑战要比常规的、批量生产的应用卫星任务复杂得多。由于科学目标要求实现原始性的创新突破，其中大部分技术需求都会是世界首次，将引发颠覆性创新，如果实现则会成为国际领先的技术能力。

我国自“十二五”开始，由中科院组织实施空间科学卫星系列计划。任务实施机构中科院国家空间科学中心，按照空间科学计划的特点以及新的管理机制，成功实施了暗物质粒子探测卫星（“悟空”）、“实践十号”返回式科学实验卫星、量子科学实验卫星（“墨子号”）和硬X射线调制望远镜卫星（“慧眼”）4个科学卫星计划，科学成果正在陆续发表[6]。为落实《“十三五”国家科技创新规划》[7]，中国科学院对发展空间科学卫星系列进行了部署，包括宇宙的起源、黑洞、引力波、系外行星探测、太阳系资源勘探、太阳爆发机理、地球空间暴及其粒子逃逸、水循环和全球变化的关系等，聚焦于重大基础科学前沿问题，瞄准重大原始创新突破。由此可见，空间科学计划具备如下3个主要特点：

（1）科学目标瞄准基础科学宏观或微观前沿，一旦突破将实现重大原始性创新，具有重大国际影响，使中国人在人类发展的历史中，也可以作出应有的贡献。

（2）空间科学计划投入大，风险高，不同计划还具有共性，适合由政府或政府委托的机构来组织实施，属于典型的有组织的、定向的基础研究。

（3）空间科学计划的实施过程中，可以带动相关高技术的发展，是实现寓军于民和军民融合的最佳平台，其作用是其他任务无法替代的。

根据上述特点，我们认为空间科学计划，在新的历史条件下，在建设世界科技强国的过程中，定会产生像20世纪60年代我国“两弹一星”任务一样的重要作用。因此可以得出结论，发展空间科学卫星系列就是新时期的“两弹一星”任务。

4 实现空间科学卫星系列顺利发展的政策建议

衡量空间科学计划是否成功的唯一标准，就是看其是否获得了重大的科学突破。为此，必须确保在立项之前做好两项工作：

（1）组织科学团队开展空间科学发展战略的研究，判断科学发展的重大前沿领域和方向，寻找新的和我国科学家具有优势的切入点，为项目建议书的征集做好引导性的铺垫[8]。

（2）组织科学团队自下而上的申报科学任务，并组织公开、公正的项目遴选。这一步工作非常重要，其主要目的是为了奠定在未来任务发射之后，对科学数据开展分析尽快实现科学产出的基础。保护和发挥好科学研究主体——科学团队的积极性是一个科学任务是否能获得重大产出的最重要的前提。

相反，如果项目由管理机关指定、代替科学团队设立科学目标，科学团队不能自主安排科学载荷配置，其结果可能会使科学仪器的配置和指标偏离科学研究需求。即使后期任命了科学团队负责人，由于没有经过系统性思考和组织，该负责人也无法对科学仪器的指标进行调整，只能对科学数据做一些因陋就简的分析和挖掘，主动性和积极性都远不及科学团队自主提出的项目，科学产出的效果将大大降低，失去获得重大科学突破的机会。

参照发达国家的发展经验，我国对空间科学的投入还处于初级阶段。整个“十二五”期间我国对空间科学卫星的投入，也仅仅是地面上一个中等规模的加速器的投入，仅仅是美国在该领域一年投入的1/10[9]。这与我们国家建设世界科技强国的目标极不相称。因此，我们建议：

（1）将目前中科院正在实施的空间科学卫星系列计划（空间科学先导专项）提升为国家“科技创新2030—重大项目”，实施“空间科学2030计划”，力争在2030年前，在重大基础科学前沿领域获得多个诺贝尔奖级别的科学成果。

（2）建立空间科学国家实验室，由中央直接抓空间科学领域的重大突破，年度预算计划单列。滚动几年后，确保每年有数个新的科学卫星计划入选，每年有数个新的科学卫星计划发射。到2030年力争达到美国目前对空间科学卫星计划的支持力度。

5 结语

实现习近平总书记提出的建设世界科技强国的“三步走”战略目标，是全党、全国，特别是科技工作者的历史使命和责任。在新的历史时期，提出和实施类似于“两弹一星”的重大科技任务，是科技工作者当前仍然在讨论但是没有结论的热点问题。本文从国家发展的历史进程分析了当前的国家需求与60年前的国家需求的不同点，提出了实现基础科学前沿的重大创新突破已经成为新时期的重要的、核心的国家需求。围绕这一论点，我们讨论了实现这一需求的具体途径，就是实施有组织的、定向的重大基础研究计划。本文进一步指出，空间科学卫星系列就是具备了满足上述重大国家需求，有组织、定向的重大基础研究计划，简言之，发展空间科学卫星系列就是新时期历史条件下的“两弹一星”任务。

参考文献

1 中共中央, 国务院. 国家创新驱动发展战略纲要. 北京: 人民出版社, 2016.

2 习近平. 为建设世界科技强国而奋斗——在全国科技创新大会、两院院士大会、中国科协第九次全国代表大会上的讲话. 北京: 人民出版社, 2016.

3 邓小平. 邓小平文选（第三卷）. 北京: 人民出版社, 1993: 279-280.

4 刘慧. 国家安全蓝皮书: 中国国家安全研究报告（2014）. 北京: 社会科学文献出版社, 2014.

5 中共中央文献研究室. 习近平关于科技创新论述摘编. 北京: 中央文献出版社, 2016.

6 Yin Juan, Cao Y, Li Y H, et al. Satellite-based entanglement distribution over 1200 kilometers. Science, 2017, 356(6343): 1140-1144.

7 国务院. 国务院关于印发“十三五”国家科技创新规划的通知. 国发〔2016〕43号, 2016.

8 吴季. 空间科学发展规划2016—2030. 北京: 科学出版社, 2016.

9 National Aeronautics and Space Administration. FY 2018 Budget Estimates. [2017-08-15]. https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/fy_2018_budget_estimates.pdf.

Space Science Satellites as Key National Programs for Sustainable Development

Wu Ji

(National Space Science Center, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)

Abstract The well-known Chinese national programs in the 1960's are the nuclear boom, guided missile and artificial satellite. They have laid down a foundation for China as a political world power since then. In recent years, discussions have been conducted among the scientists and engineers. Can we propose a bench of new science programs that could have the same impact as the three key programs mentioned above? This paper starts from an analysis of the national demands in the 1950's and 1960's, and compare it with the current national demands of China. The differences are clearly identified. In the new era, to ensure sustainable developments with innovation and reform becomes the most critical task for China. In the area of science and technology, the most important national demand is then to significant increase the important breakthroughs in fundamental science made by Chinese from China. In meeting this demand, to implement a series of space science satellite focusing on the frontiers of fundamental science could be the new key national program with impact as important as the three programs mentioned above in the 1960's. This paper then discusses the main characteristics for implementing the space science satellite program. Suggestions and proposals for government authorities are also given at the end of the paper.

Keywords space science, space science satellites, key national program, sustainable development, breakthroughs in fundamental sciences

吴 季 中科院国家空间科学中心主任、研究员，中国空间科学学会理事长，国际空间研究委员会（COSPAR）副主席，国际宇航科学院（IAA）院士，IEEE会士，中科院“空间科学先导专项”负责人，空间科学卫星工程常务副总指挥。曾任地球空间“双星计划”应用系统总设计师、“萤火一号”火星探测器首席科学家、“嫦娥”1、2、3号科学探测有效载荷总指挥等。主要研究领域包括：分布式空间探测技术、微波辐射干涉成像技术，以及空间科学与技术发展战略和政策研究。E-mail: wuji@nssc.ac.cn

Wu Ji Received B.S. and M.S. degrees from Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing, China, and, Ph.D. degree from Technical University of Denmark, Copenhagen, Denmark, in 1993. His current research interests include microwave interfeometric radiometers (MIR), multi-satellite space distributed exploration technology. From 1985 to 1986, he was with European Space Research and Technology Centre (ESTEC), Noordwijk, the Netherland, as a United Nations Research Fellow, where he worked on contoured beam satellite antenna design. From 1986 to 1989, he was with the Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing, China, where he worked on antenna theory and design. Since 1996, he has been a Full Professor with the CAS Key Laboratory of Microwave Remote Sensing, National Space Science Center (NSSC), Chinese Academy of Sciences (CAS), Beijing, China. From 1996 to 2000, he, as a visiting professor, had visited several universities in the US, including the University of Massachusetts at Amherst, the University of Texas at Arlington, and the Massachusetts Institute of Technology (MIT). He is currently the director general of NSSC. He was the chief designer of ground application system of Double Star Program, project manager of payload sub-system of CE-1, CE-2, and CE-3, chief scientist of YH-1 mission. Currently he is the chief scientist and project leader of Strategic Priority Program on Space Science of CAS. Dr. Wu Ji is the vice president of Committee for Space Research (COSPAR), fellow of the IEEE Geoscience and Remote Sensing Society, and full member of International Astronautics Academy. E-mail: wuji@nssc.ac.cn